



B3

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

② EP 0 532 814 B1

⑩ DE 691 26 708 T 2

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 01 D 53/04  
B 01 D 15/08

- |    |   |              |
|----|---|--------------|
| ②1 | Deutsches Aktenzeichen:                               | 691 26 708.1 |
| ②8 | Europäisches Aktenzeichen:                            | 91 460 043.2 |
| ②8 | Europäischer Anmeldetag:                              | 20. 9. 91    |
| ②7 | Erstveröffentlichung durch das EPA:                   | 24. 3. 93    |
| ②7 | Veröffentlichungstag<br>der Patenterteilung beim EPA: | 2. 7. 97     |
| ④7 | Veröffentlichungstag im Patentblatt:                  | 19. 2. 98    |

DE 691 26 708 T 2

⑦3 Patentinhaber:

Martin, Guy, Cesson Sevigne, FR; Baudu, Michel,  
Condat sur Vienne, FR; Le Cloirec, Pierre, Saint  
Christol les Ales, FR

⑦4 Vertreter:

Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

②4 Benannte Vertragsstaaten:

BE, DE, FR, GB, IT, NL

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

- ⑤4 Vorrichtung zur Behandlung von Fluiden mit einer Adsorptionsstruktur aus geschichteten Lagen, die voneinander einen Abstand besitzen, und Regeneration durch den Jouleeffekt

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 26 708 T 2

### Beschreibung

Das Gebiet der Erfindung betrifft die Behandlung von adsorbierbare Bestandteile enthalten Fluiden.

Genauer betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Behandlung von Fluiden, beispielsweise Luft oder Wasser, die mit adsorbierbaren Bestandteilen beladen sind, mit Hilfe eines adsorbierbaren Materials.

In bekannter Weise können die adsorbierbaren Bestandteile insbesondere aus Molekülen von chemischen Produkten, von Lösungsmitteln, von chlorierten Produkten, etc. bestehen, die in einer Flüssigkeit, einem Gas oder in Luft vorhanden sind.

Die Behandlung solcher Fluide wird insbesondere in situ in Forschungszentren oder Produktionseinrichtungen ausgeführt, die solche Produkte benutzen oder herstellen.

Die Behandlung ist beispielsweise notwendig, um stark toxische Produkte wie beispielsweise Trichlorethylen, Trichlorethan oder Produkte auf der Basis von Freon nicht an die Natur abzugeben.

Die Behandlung des Fluids besteht in bekannter Weise darin, es durch ein Material hindurchströmen zu lassen, das die adsorbierbaren Bestandteile adsorbiert und dadurch eine Filterfunktion realisiert, das gereinigte Fluid von seinen verunreinigenden Bestandteilen zu trennen, es dann ggf. einer weiteren Behandlung zu unterziehen oder es dann an die Natur abzugeben.

Das adsorbierende Material kann insbesondere Aktivkohle sein, die entweder in Form von Körnern oder in Form von mehreren Lagen aus aufeinander gestapelten Fasern vorliegt.

Die Erhöhung der Konzentration der adsorbierten Bestandteile auf dem adsorbierenden Material erfordert, daß es zyklisch regeneriert wird.

Gemäß einem ersten bekannten Verfahren wird die Regeneration bewirkt durch Einspritzen von Wasserdampf auf das adsorbierende Material, um die Desorption der

adsorbierten Produkte hervorzurufen. Dieses Verfahren beinhaltet den Nachteil der Notwendigkeit der Verwendung eines Kessels für die Erzeugung von Wasserdampf.

Andererseits ist es unangebracht in dem Fall, daß die zu desorbierenden Produkte nicht beständig sind gegenüber Wasserdampf, wie Trichlorethan.

Gemäß einem weiteren bekannten Verfahren kann die Regeneration bewirkt werden durch Einleitung von heißer Luft, aber hierbei ergeben sich sehr lange Regenerationszeiten, wobei ferner der Regenerationsgrad relativ niedrig ist.

Das europäische Patentdokument EP-A-0 104 749 der Gesellschaft ACTIVATED CARBON SERVICES LIMITED beschreibt eine Vorrichtung zum Regenerieren von Aktivkohle in Form von Körnern mittels eines Verfahrens zum Erwärmen des Materials durch den Joule-Effekt.

Die zu regenerierende Kohle wird in einer Behandlungskolonie beladen, deren Boden als Elektrode ausgebildet ist und die durch eine weitere Elektrode abgedeckt ist. Die Aufbringung einer Potentialdifferenz zwischen den Elektroden erzeugt einen Strom, der die zu regenerierende Kohle durchfließt, was dessen Erwärmung hervorruft. Die adsorbierten Moleküle werden desorbiert und aus der Behandlungskolonie abgeführt durch Einblasen eines Gases oder von Dampf.

Der prinzipielle Nachteil dieser Art von Vorrichtung ist, daß sie speziell dem Regenerationsbetrieb gewidmet ist, was bedeutet, daß es erforderlich ist, das adsorbierende mit adsorbierten Bestandteilen verunreinigte Material vor der Ausführung der Filtration zu dem Ort der Regeneration zu transferieren.

Ferner ist es notwendig, um gute chemische Kontakte zwischen den Körnern aus Aktivkohle zu erhalten, mechanische Einrichtungen zum Vibrieren der die Körner enthaltenden Behandlungskolonie vorzusehen, um eine Verdichtung der Körner zu erhalten. Als ein Nachteil hierbei wird eine Heterogenität der Granulatmasse aus Aktivkohle bei der Adsorption und bei der Desorption festgestellt.

Ferner sind Vorrichtungen bekannt, die die Adsorption und die Desorption von adsorbierbaren Molekülen erlauben und Fasern aus Aktivkohle verwenden, insbesondere in textiler Form. Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise in dem französischen Patentdokument FR-A-2612799 im Namen der Gesellschaft AMEG FRANCE et CECA S.A beschrieben, die ein Gerät zur Behandlung von mit Lösungs-

mittel belasteten Abgasen betrifft. Die Aktivkohle hat die Form von Matten, die aus 10 bis 30 geschichteten Lagen aus Aktivkohle bestehen. Jede Matte ist in einem Schubfach angeordnet, dessen Boden aus elektrischen Widerständen besteht, und die Schubfächer sind versetzt relativ zueinander in einem Behandlungsbehälter angeordnet. Ablenkeinrichtungen kanalisieren das zu behandelnde Fluid in der Weise, daß jeder Fluidstrom nur ein einzelnes Schubfach durchströmt. Der Betrieb der Desorption wird realisiert durch Beheizen der elektrischen Widerstände, die unter den Matten aus Lagen aus Aktivkohle angeordnet sind.

Der prinzipielle Nachteil dieser Vorrichtung ist der, daß das zu behandelnde Fluid nur einmal eine Matte aus Lagen aus Aktivkohle durchströmt. Die Adsorption ist somit nicht zufriedenstellend.

Ein weiterer Nachteil dieser Vorrichtung ist, daß die Desorption durch Aufheizen der elektrischen Widerstände bewirkt wird. Die Matten aus Aktivkohle sind somit indirekt beheizt, so daß die Desorptionsoperation relativ lange dauert und der Regenerationsgrad niedrig ist.

Die vorliegende Erfindung hat insbesondere zur Aufgabe, diese Nachteile zu vermeiden.

Genauer ist es eine erste Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Behandlung von Fluiden bereitzustellen, die gleichzeitig ein wirksames Zurückhalten von adsorbierbaren, in dem Fluid enthaltenen Teilchen während der Phase der Adsorption erlaubt und den Regenerationsgrad in der Phase der Desorption anhebt.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Verteilung und die Zirkulation der Teilchen in dem Behandlungsbehälter, in dem die Struktur des adsorbierbaren Materials angeordnet ist, in einer Weise zu begünstigen, daß der Wirkungsgrad in den Phasen der Adsorption und der Desorption erhöht wird.

Diese und ähnliche Aufgaben werden gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 zum Behandeln von Fluiden, insbesondere Gas oder Wasser, die mit mindestens einem adsorbierbaren Bestandteil belastet sind. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Die im wesentlichen zweidimensionale Ausgestaltung jeder Lage erlaubt eine gute Gleichmäßigkeit der Adsorption sowie der Desorption durch den Joule-Effekt durch die Gesamtheit der Lagen.

Gemäß einer besonderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Adsorptionsmaterial ein elektrisch leitendes Material.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens eine der Lagen der Struktur aus adsorbierendem Material realisiert durch eine textile Lage, deren Fasern aus Fäden aus einem elektrisch leitenden Material bestehen, die mit den Teilen aus adsorbierendem Material agglomeriert sind. In diesem Fall kann die Struktur in vorteilhafter Weise eine einzige textile Lage umfassen.

Diese Ausgestaltung wird in vorteilhafter Weise verwendet, indem das besagte adsorbierende Material wenig oder nicht elektrisch leitend ist.

In vorteilhafter Weise weist die Vorrichtung Mittel zur Realisierung eines Teilhohlraums zur Benutzung mindestens zu Beginn jeder Desorptionsphase und/oder Mittel zur freien oder erzwungenen Konvektion eines inerten Gases auf.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Reaktionsbehälter mindestens ein kegelförmiges Ende auf, und die geschichteten Lagen sind durch Aufeinanderfaltung einer Lage aus adsorbierendem Material derart verwirklicht, daß die untereinander beabstandeten Lagen im wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die Struktur aus mehreren Lagen aus adsorbierendem Material, die beabstandet übereinander und entweder in geschlossener konzentrischer Form oder in Spiralförmigkeit gewunden angeordnet sind.

In vorteilhafter Weise ist die Struktur aus adsorbierendem Material in einem Behandlungsbehälter angeordnet, dessen Wandungen in einer Weise angeordnet sind, daß die Entstehung von Turbulenzen in der Strömung des zu behandelnden Fluids begünstigt wird. Auch kann der Behandlungsbehälter beispielsweise mindestens ein Ende der Wandung aufweisen, das kegelförmig ausgebildet ist (siehe Anspruch 4).

Diese Ausgestaltung begünstigt die Zirkulation der adsorbierbaren Substanzen in der Phase der Adsorption und der Desorption.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung Mittel zur Extraktion von Gasen für die Extrakt-desorption während der Regenerationsphase

des adsorbierenden Materials, wobei die Mittel zur Extraktion derjenigen Gruppe zugehören, welche Brenner, Verbrennungsanlagen, Kondensationskammern, Extraktionskammern zur Lösung oder biologischen Reinigung umfassen.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel umfaßt die Vorrichtung ein Mittel zur Extraktion von Desorptionsgasen, die während der Regenerationsphase des adsorbierenden Materials extrobiert werden, wobei die Mittel zur Extraktion aus einer Kondensationskammer bestehen und die Gasextrakte mittels eines Gasträgers in Zirkulation gehalten werden und die nicht kondensierte Gasphase in den Reaktor rezykliert wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden ersichtlich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, das zur Veranschaulichung, ohne darauf beschränkt zu sein, dient, und der beiliegenden Zeichnungen. Es zeigen:

- Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Form einer Struktur, die aus Lagen aus adsorbierendem Material besteht, die zueinander parallel und übereinander geschichtet in einem Behandlungsbehälter angeordnet sind;
- Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung in Form einer Struktur, die Lagen aus adsorbierendem Material umfaßt, die übereinander und konzentrisch und mit geschlossenen Abschnitten angeordnet sind;
- Fig. 3 eine Schnittdarstellung der Vorrichtung nach Fig. 2, die in einem Behandlungsbehälter untergebracht ist;
- Fig. 4 eine vollständige Vorrichtung zur Behandlung von Fluiden gemäß der Erfindung;
- Fig. 5 eine innere Seitenansicht des Behälters aus Fig. 4 mit einem Rahmen, der es ermöglicht, die Schichten aus adsorbierendem Material in dem Behandlungsbehälter anzuordnen;
- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht des Rahmens der Fig. 5;
- Fig. 7A in schematischer Form ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem die Vorrichtung Mittel zur Extraktion von Desorptionsgasen enthält;

Fig. 7B in schematischer Form ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem die Vorrichtung Mittel zur Extraktion von Desorptionsgasen enthält;

Fig. 1 zeigt eine Struktur aus adsorbierendem Material, das aus Lagen besteht, die zueinander im wesentlichen parallel und übereinandergeschichtet und in einem Behandlungsbehälter angeordnet sind.

Die Struktur 1 ist aus mehreren geschichteten Lagen gebildet, die unabhängig und einzeln übereinander montiert sind, wobei eine einzelne Lage aus adsorbierendem Material zusammen zick-zack-förmig derart gefaltet ist (siehe Fig. 5 und 6), daß man eine überlagerte Anordnung von mehreren Lagen 3 aus adsorbierendem Material erhält.

Die Arbeit der Erfinder hat gezeigt, daß der Raum zwischen zwei geschichteten Lagen 3 die Erzeugung von Turbulenzen zwischen den Lagen 3 begünstigt, während sie von dem Strom von zu behandelndem Fluid durchströmt werden. Der Raum zwischen den Lagen ist ein Kompromiß zwischen dem Strömungsverhalten des Systems, der möglichen Abnutzung der Wände und der induzierten Turbulenz. Die Dicke jeder Lage 3 trägt gleichermaßen zu der Erzeugung von Turbulenzen zwischen den Lagen 3 bei. Der Abstand zwischen den Lagen liegt bei etwa 5 bis 10 mm, vorzugsweise etwa 5 mm, und die Dicke jeder Lage 3 liegt vorzugsweise zwischen 2 und 3 mm.

Die Struktur 1 aus adsorbierendem Material ist in einem Behandlungsbehälter 2 aufgenommen. Das zu behandelnde Fluid dringt in den Behandlungsbehälter 2 durch den Einlaß C ein und entweicht von den adsorbierbaren Bestandteilen gereinigt bei D. Der Fluß des zu behandelnden Fluids durchströmt nacheinander die mehreren Lagen 3 aus adsorbierendem Material, und jede Lage 3 hält einen Teil der adsorbierbaren Bestandteile zurück.

Die Geometrie des Behandlungsbehälters 2 begünstigt die Erzeugung von Turbulenzen zwischen den Lagen. Während der Strom des zu behandelnden Fluids in den Behandlungsbehälter 2 durch den Einlaß C eindringt, wird eine homogene Drucker-niedrigung erreicht, die eine Verteilung an der Oberfläche der ersten Lage 3 begünstigt, während Turbulenzen in der Zone E erzeugt werden.

Die Lagen sind aus einer adsorbierenden Textilie gebildet. Die Textilie kann beispielsweise aus Fasern aus einem adsorbierenden Material bestehen, die verwoben oder nicht verwoben sein können.

Das verwendete adsorbierende Material kann natürlich (Aktivkohle) oder ein Kompositmaterial sein. Ein geeignetes Kompositmaterial kann, insbesondere zur Beschichtung Polyacrylnitril sein. Dieses kann zur Erhöhung der wirksamen Oberfläche besonders aktiviert sein.

Die Aktivierung des Polyacrylnitrils erlaubt es, eine wirksame Oberfläche zu erhalten, die etwa gegen  $1.500 \text{ m}^2/\text{g}$  des zusammengesetzten Materials geht.

Der Desorptionsvorgang umfaßt das Erwärmen des adsorbierenden Materials, um die adsorbierten Bestandteile zu desorbieren, was durch die Aufbringung einer Potentialdifferenz zwischen den Enden A und B der adsorbierenden Struktur verwirklicht wird.

Diese Potentialdifferenz zwischen A und B erzeugt einen Strom, der in der gesamten Struktur zirkuliert. Die Arbeit der Erfinder hat gezeigt, daß es möglich ist, die elektrische Leitfähigkeit der Aktivkohle in textilen Formen zu nutzen, um den Desorptionsvorgang durch den Joule-Effekt zu bewirken. Man erhält eine ausreichende Leitfähigkeit (unterhalb der von Graphit) durch die Anwesenheit von Lagen aus Graphit, die in der Struktur angeordnet sind. Der Widerstand der Aktivkohle erlaubt dessen Erwärmung durch den Joule-Effekt und die Desorption der adsorbierten Bestandteile. Diese Desorption erfolgt bei beispielsweise etwa  $300^\circ \text{C}$  und bildet die Phase der Regeneration des adsorbierenden Materials. Genauer gesagt kann das Phänomen der Desorption kontrolliert werden durch Variation der elektrischen Potentialdifferenz an den Anschlüssen der Struktur, wobei die Temperatur eine Funktion der aufgebrachten Leistung ist.

Ferner können die desorbierten Bestandteile nach dem Verlassen des Behälters wiedergewonnen werden durch einen Kondensationsvorgang, durch Phasenabscheidung oder andere, wie weiter unten erläutert ist. Die Desorption kann beispielsweise realisiert werden durch einen Teilhohlraum, der die Übertragung begünstigt.

Die Aufbringung der Potentialdifferenz kann an zwei Enden der kontinuierlichen Lage aus Aktivkohle (die zick-zack-förmig zusammengefaltet ist) oder an den Enden jeder kontinuierlichen Lage vorgenommen werden. Vorzugsweise wird die Potentialdifferenz an jeder Lage aufgebracht, wobei die Anschlüsse (mehrere Lagen) in Serie oder parallel geschaltet sind. Die Potentialdifferenz kann in gleicher Weise an den Enden jeder Lage aufgebracht werden, da die Struktur 1 aus adsorbierendem Material aus mehreren Lagen gebildet ist, die Lagen 3 aus Aktivkohle sind.



Die Desorption durch den Joule-Effekt, d.h. durch Aufbringung einer Potentialdifferenz an Enden der adsorbierenden Struktur, ist nur möglich, wenn die Struktur elektrisch leitend ist. Im Fall von Aktivkohle wird, wie nachfolgend präzisiert ist, eine ausreichende Leitfähigkeit erhalten durch die Anwesenheit von Schichten aus Graphit in der Aktivkohle.

In dem Fall, in dem das verwendete adsorbierende Material kein elektrischer Leiter ist, ist die Desorption durch den Joule-Effekt nicht möglich. Erfindungsgemäß können dann elektrisch leitende Fasern verwendet werden, die mit adsorbierenden, elektrisch nicht leitenden Teilchen verbunden sind. Die Aufbringung einer Potentialdifferenz an den Enden einer solchen Faser ruft dessen Erwärmung hervor, und die dissipierte Wärme wird durch Leitung zu den Teilchen übertragen. Dies erlaubt die Desorption der adsorbierten Bestandteile.

Diese Fasern sind, bevor sie erfindungsgemäß verwendet werden können, verwoben worden, um eine (der) Lage(n) zu bilden, die anschließend in einem Behandlungsbehälter 2 gemäß Fig. 1 untergebracht werden.

Um die desorbierten Teilchen außerhalb des Behandlungsbehälters abführen zu können, wird ein Strom heißer Luft in den Behälter durch den Einlaß C eingeleitet und durch den Ausgang D des Behälters wiedergewonnen. Diese mit verunreinigenden Teilchen belastete Luft kann anschließend einer Behandlung unterzogen werden mit dem Ziel der Trennung der verunreinigenden Teilchen von der Luft.

Es ist anzumerken, daß jedes andere Fluid, daß die selbe Funktion (erzwungene Konvektion) verwirklicht, verwendet werden kann (Dampf, Wasser, neutrale Fluide, ...). Die Abführung der desorbierten Moleküle kann in gleicher Weise durch freie Konvektion verwirklicht werden.

Die Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einer Struktur, die gebildet ist durch geschichtete Lagen aus adsorbierendem Material, die übereinandergeschichtet sind oder konzentrisch und in geschlossenen Abschnitten angeordnet sind oder in Spiralform aufgewickelt sind.

Diese Fig. zeigt eine Struktur 23 aus adsorbierendem Material, die um ein Rohr 20 angeordnet ist, das mehrere Perforationen 21 aufweist. Die Struktur 23 ist aus Lagen 3 aus adsorbierendem Material gebildet, die konzentrisch und in geschlosse-

nen Abschnitten übereinander angeordnet sind. Die Lagen 3 aus adsorbierendem Material sind zueinander beabstandet in einem bestimmten Abstand angeordnet.

Das zu behandelnde Fluid dringt durch das Rohr 20 durch den Einlaß 22 ein und kann das Rohr 20 nur durch die Perforationen 21 verlassen, wobei das Rohr 20 an seinem anderen Ende verschlossen ist. Das zu behandelnde Fluid strömt entlang der unterschiedlichen Lagen 3 aus adsorbierendem Material, die die adsorbierbaren Bestandteile zurückhalten. Der Abstand zwischen den Lagen 3 begünstigt die Entstehung von Turbulenzen zwischen den Lagen.

Um einen Abstand zwischen jeder Lage zu ihrer benachbarten aufrechtzuerhalten, ist es erforderlich, sicherzustellen, daß jede Lage an dem jeweiligen Ort gehalten wird. Dies kann beispielsweise realisiert werden durch Anordnen der adsorbierenden Lagen zwischen zwei Endplatten 24 und 25. Diese Endplatten 24, 25 können mit dazwischen ausgebildeten Abstandselementen zusammenwirken, die zwischen den adsorbierenden Lagen (nicht dargestellt) eingefügt sind und es ermöglichen, einen Abstand zwischen jeder Lage und einer benachbarten aufrechtzuerhalten oder, einfacher ausgedrückt, eine Spannkraft auszuüben, die die Schichten 3 versteift.

Die Verwendung einer einzigen Lage, die spiralförmig um das Rohr 20 auf die Weise aufgewickelt ist, daß eine ausreichende Zahl von Lagen 3 erhalten wird bildet eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung. Es ist zu beachten, daß durch geeignete Mittel ein Abstand zwischen den Lagen auf die Weise eingehalten wird, daß die Erzeugung von Turbulenzen zwischen den unterschiedlichen Lagen begünstigt wird. Diese Mittel können insbesondere aus einer isolierenden Filterschicht bestehen, beispielsweise aus Glasfasern.

Der Desorptionsvorgang umfaßt gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Aufbringung einer Potentialdifferenz zwischen die zwei Platten 24, 25 auf die Weise, daß eine Erwärmung des adsorbierenden Materials durch den Joule-Effekt hervorgerufen wird.

In dem Fall, daß die adsorbierende Struktur 23 durch Aufwickeln einer einzigen Lage aus adsorbierendem Material um das Rohr 20 gebildet ist, unter Beachtung eines ausreichenden Abstands zwischen den Lagen, um die Erzeugung von Turbulenzen zu begünstigen, ist es möglich, den Desorptionsvorgang durch den Joule-Effekt durch Aufbringung einer Potentialdifferenz zwischen dem Rohr 20 (Leiter)

und einer perforierten, leitenden (nicht dargestellten) Platte zu bewirken, die die gesamte Struktur 23 überdeckt.

Die adsorbierten Bestandteile werden durch die Perforationen der leitenden Platte (nicht dargestellt) durch Einblasen eines Stroms aus Luft, Wasser oder Dampf durch das Rohr 20 abgeführt.

Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung der Vorrichtung der Fig. 2, die in einem Behandlungsbehälter 30 untergebracht ist. Der Fluß des zu behandelnden Fluids zirkuliert in dem Rohr 20, und er entweicht aus dem Rohr 20 durch die Öffnungen 21. Der Strom durchströmt anschließend die unterschiedlichen Lagen der Struktur 23 aus adsorbierendem Material, und das behandelte Fluid verläßt den Behandlungsbehälter 30. Die adsorbierbaren Bestandteile werden in den Lagen der Struktur 23 zurückgehalten. Der Desorptionsvorgang umfaßt die Beendigung der Einleitung des zu behandelnden Fluids 22 und setzt sich fort durch die Erwärmung des adsorbierenden Materials durch den Joule-Effekt. Die adsorbierten Bestandteile werden anschließend aus dem Behandlungsbehälter 30 abgeführt durch die Einleitung eines neutralen Fluids (Gas, Wasser, ...). in das Rohr 20 und werden an dem Auslaß 31 des Behälters 30 zurückgewonnen.

Eine vollständige Vorrichtung zum Behandeln der Fluide gemäß der Erfindung ist in Fig. 4 dargestellt.

Diese Vorrichtung weist einen Behälter 40 zur Behandlung der Fluide auf, der symmetrisch ist und dessen Einlaß und Auslaß durch die Bezugszeichen 41 und 42 bezeichnend sind. Die in dem Behälter vorhandene adsorbierende Struktur weist eine Folge von zueinander beabstandeten Lagen 3 auf.

Das zu behandelnde Fluid 43 wird durch eine Zuführpumpe 44 durch ein Zwei-Wege-Ventil 46 gepumpt. Das Zwei-Wege-Ventil 46 erlaubt es, das zu dem Einlaß 21 des Behandlungsbehälters 40 durchgelassene Fluid auszuwählen. Dieses zu behandelnde Fluid ist entweder das Fluid 47 oder das Fluid 45, wodurch es möglich ist, die desorbierbaren Bestandteile in dem Behandlungsbehälter 40 abzuführen.

In einer ersten Zeit selektiert das Ventil 46 das zu behandelnde Fluid 47. Das Fluid 47 wird in den Behandlungsbehälter 40 durch den konisch geformten Einlaß 41 eingeleitet, wodurch die Entstehung von Turbulenzen begünstigt ist. Die adsorbierbaren Bestandteile werden durch die Lagen 3 aus adsorbierendem Material zurück-

gehalten, und das regenerierte Fluid wird durch den Auslaß 42 aus dem Behälter 40 abgeführt. Das Drei-Wege-Ventil 48 erlaubt es, das regenerierte Fluid 50 abzuleiten, beispielsweise in die Atmosphäre, wenn das behandelte Fluid Luft ist.

Wenn die Struktur aus adsorbierendem Material mit einer bestimmten Menge an adsorbierten Bestandteilen beladen ist, wird die Zuführpumpe 44 angehalten, und eine Potentialdifferenz wird zwischen den Punkten A und B aufgebracht, was die Desorption der adsorbierten Bestandteile durch den Joule-Effekt hervorruft. Die Temperatur der adsorbierenden Struktur wird durch die Thermoelemente 52 gemessen und zur Anzeige 51 gebracht oder abhängig von der zwischen den Punkten A und B aufgebrachten Spannung und dem adsorbierten Strom bestimmt.

Nachdem die Desorptionsphase beendet ist, wird ein Fluidstrom zur Regeneration 45 in den Behandlungsbehälter 40 eingeleitet, um die adsorbierten Bestandteile aus dem Behälter 40 abzuführen.

Das Ventil 48 leitet den an dem Ausgang 42 des Behälters vorliegenden Fluidstrom in Richtung auf ein Behandlungsmodul 53, das beispielsweise durch eine Kühlfalle verwirklicht ist, um die desorbierten Bestandteile des regenerierten Fluids zu separieren. Das von den desorbierten Bestandteilen befreite Fluid wird anschließend bei 50 abgeleitet, und der vollständige Zyklus kann wieder an seinem Anfang beginnen.

Die Fig. 5 zeigt eine innere Seitenansicht des Behälters 40 der Fig. 4 mit einem Rahmen 50, der es ermöglicht, die Lagen 3 aus adsorbierendem Material in dem Behandlungsbehälter 40 anzuordnen.

Die Struktur 1 aus adsorbierendem Material ist durch eine textile Lage aus adsorbierendem Gewebe gebildet. Diese ist zick-zack-förmig derart "zusammengefaltet", daß man eine bestimmte Anzahl von Lagen 3 erhält, die von dem zu behandelnden Fluid durchströmt werden und an dem Einlaß 41 des Behandlungsbehälter 40 vorhanden sind.

Die adsorbierende, textile Lage wird zwischen den unteren und oberen Wandungen eines Rahmens 50 gehalten, der aus dem Behandlungsbehälter 40 herausnehmbar ist durch Trennung mit Hilfe der Haltemittel 52 des kegelförmigen Abschnitts 41 von dem Rest des Behandlungsbehälters 40. Der Rahmern 50 erlaubt es, (Abschnitte der) Lagen 3 aus adsorbierendem Material im wesentlichen parallel zuein-

ander und beabstandet in einem Abstand  $d$  (etwa im Bereich zwischen 5 und etwa 10mm) und rechtwinklig zu dem Strom des zu behandelnden Fluids anzuordnen.

Das Ende der ersten Lage 51 aus adsorbierendem Material ist an einem Anschluß A befestigt, um die Aufbringung einer Potentialdifferenz zu ermöglichen, um den Joule-Effekt zu verwirklichen.

Ein isolierendes Rahmengestell 52 weist die Wandungen des Behandlungsbehälters auf und verhindert Wärmeverluste.

Fig. 6 zeigt eine perspektivische Ansicht des Rahmens 50 der Fig. 5, der in den Behandlungsbehälter 40 eingeführt ist. Die Pfeile zeigen die Richtung der Faltung der adsorbierenden Lage. Die Verwendung des Rahmens 50 ermöglicht unterschiedliche Abstände  $d$ , die es erlauben, die Vorrichtung 4 an die Behandlung unterschiedlicher Fluide anzupassen wo beispielsweise die Konzentrationen der adsorbierbaren Bestandteile unterschiedlich sind, ohne daß die gesamte Vorrichtung geändert zu werden braucht.

Eine vorteilhafte Anwendung der vorliegenden Erfindung liegt in der Verwendung zweier identischer Behandlungsbehälter, die alternativ betrieben werden können, d.h. der eine in der Phase der Adsorption, und der andere in der Phase der Desorption und umgekehrt. Diese Ausgestaltung erlaubt es, eine kontinuierliche Behandlung von Fluiden durchzuführen.

Die Fig. 7A und 7B veranschaulichen zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele der Behandlung von Gasextraktionsprodukten in der Phase der Regeneration durch Desorption der adsorbierten Komponenten in den erfindungsgemäßen Reaktoren.

Die Gasextrakte sind mit unterschiedlichen Bestandteilen beladen, insbesondere organischen Lösungsmitteln, die zur Entfernung oder aufgrund ihrer Giftigkeit zur Wiedergewinnung oder aufgrund ihres ökonomischen Wertes behandelt werden.

In dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7A werden die Desorptionsgase aus den Reaktoren 71 mittels eines Gasträgers abgeführt, der in einem Kreislauf in dem Extrahierer 72 gehalten wird. Der Gasträger ist vorzugsweise Luft oder ein inertes Gas wie Stickstoff. Das strömende Gas wird bei 73 luftgekühlt und in eine Kondensations-Kammer 74 eingeleitet.

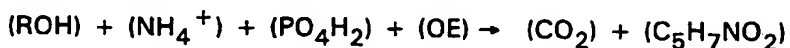
Die Kammer 74 ist auf einem partiell angehobenen Druck und wird auf einer niedrigen Temperatur gehalten, beispielsweise mit Hilfe eines Kühlfuids 75 (Luft, Wasser,...).

Die kondensierten Bestandteile 76 werden am Ende der Kammer 74 wiedergewonnen, oder sie werden entnommen bei 77.

Der Gasträger, der die extrahierten, nicht kondensierten Bestandteile trägt, wird vorteilhafterweise bei 78 wiedergewonnen und in den Reaktor eingespeist. Auf diese Weise wird der Regenerationsvorgang ohne jedes Risiko einer Verunreinigung ausgeführt.

In dem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7B fördert ein Ventilator 81 (oder ein Saugapparat 82) die extrahierten Gase in Richtung einer Entwässerungs-Einrichtung. Die Einrichtung 83 verwendet in vorteilhafter Weise ein entwässerndes Lösungsmittel, das beispielsweise in einer Übertragungskolonne über Packungen rieselt, die in einer oberen Kammer 84 aufgenommen sind. Die beladene Lösung wird von einer unteren Kammer 85 aufgenommen, von wo aus sie durch 87 transportiert werden kann, um sie zu rektifizieren, durch eine Verbrennung zu vernichten oder sonstiges. Das gereinigte Gas 86 wird oben aus der Entwässerungskammer 84 abgezogen.

Gemäß einer anwendbaren Variante des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 7 B weist die Entwässerungs-Einrichtung 83 einen Biowäscher 84 auf, der mit der Trenneinrichtung 85 zusammenwirkt. Die biologische Reinigung kann durch Verwendung von hydrophilen Bakterien ausgeführt werden, entweder direkt oder mit einer lebenden Emulsion, wenn die zu extrahierenden gasförmigen Produkte wasserlöslich sind (Butylsäure, Alkohole, Phenole, Cetone, ...) oder nicht. In dem letzten Fall, kann die Emulsion mit Hilfe eines Venturirohres oder eines Mischers verwirklicht werden. Bei einem Beispiel für die biologische Zersetzung eines Alkohols hat man die folgende chemische Reaktion:



02.10.97

Das Reaktionsprodukt ( $C_5H_7NO_2$ ) bildet einen Schlamm 87, der aus der Trenneinrichtung 85 zu entnehmen ist. Die Biomasse wird in die obere Kammer 84 zurückgeführt.

Es ist schließlich zu erwähnen, daß das beladene Gas in anderen Ausführungsbeispielen direkt in einen Brenner oder Ofen eingeleitet werden kann, insbesondere wenn die zu eliminierenden organischen Lösungsmittel einen interessanten spezifischen Heizwert aufweisen.

91 460 043.2-2113 (0 532 814)

Patentansprüche

1.       Vorrichtung zur Behandlung eines Fluids mit mindestens einem darin enthaltenen adsorbierbaren Bestandteil, mit einer Struktur (1) aus einem adsorbierenden Material zum Durchfluß des Fluids, um den adsorbierbaren Bestandteil durch das adsorbierende Material zu adsorbieren, und wobei die Struktur in einem Reaktionsbehälter (2, 40) angeordnet ist und die Vorrichtung Mittel (A, B) zur periodischen Regeneration des adsorbierenden Materials mit Hilfe des Joule-Effekts umfaßt, wobei die Mittel (A, B) zur Wechselwirkung mit der Struktur (1) im Verlauf einer Desorptionsphase dienen, die darin besteht, daß ein elektrischer Strom in mindestens einer der Schichten der Struktur hindurchfließt, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Struktur aus dem adsorbierenden Material aus geschichteten Lagen vernetzter elektrisch leitender Aktivkohle (3) besteht oder aus geschichteten Lagen, die durch Ausziehen von elektrisch leitenden Fasern erhalten werden, die mit adsorbierenden, elektrisch nichtleitenden Teilchen verbunden sind, übereinander geschichtet und/oder im wesentlichen parallel mit einem Abstand von 5 bis 10 mm zwischen ihnen sind und sukzessive vom Fluid durchflossen sind.
2.       Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid Luft oder Wasser ist.
3.       Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel zur Realisierung eines Teilhohlraums zur Benutzung mindestens zu Beginn jeder Desorptionsphase, und/oder daß sie Mittel zur freien oder erzwungenen Konvektion eines inerten Gases umfaßt.
4.       Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktionsbehälter mindestens ein kegelförmiges Ende umfaßt und daß die geschichteten Lagen (3) durch Aufeinanderfaltung der



vernetzten Aktivkohle-Lagen derart realisiert werden, daß die untereinander beabstandeten Lagen (3) im wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Struktur aus geschichteten Lagen (3) vernetzter, übereinander beabstandet angeordneter Aktivkohle besteht, die entweder in geschlossener konzentrischer Form oder in Spiralforn gewunden angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel zur Extraktion von Gasen für die Extraktde-sorption während der Regenerationsphase des adsorbierenden Materials umfaßt, wobei die Mittel zur Extraktion derjenigen Gruppe zugehören, welche Brenner, Verbrennungsanlagen, Kondensationskammern (74), Extraktionskammern (84) zur Lösung oder biologischen Reinigung umfassen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel zur Extraktion von Gasen für die Extraktde-sorption während der Regenerationsphase des adsorbierenden Materials umfaßt, wobei die Mittel zur Extraktion aus einer Kondensationskammer (74) bestehen.

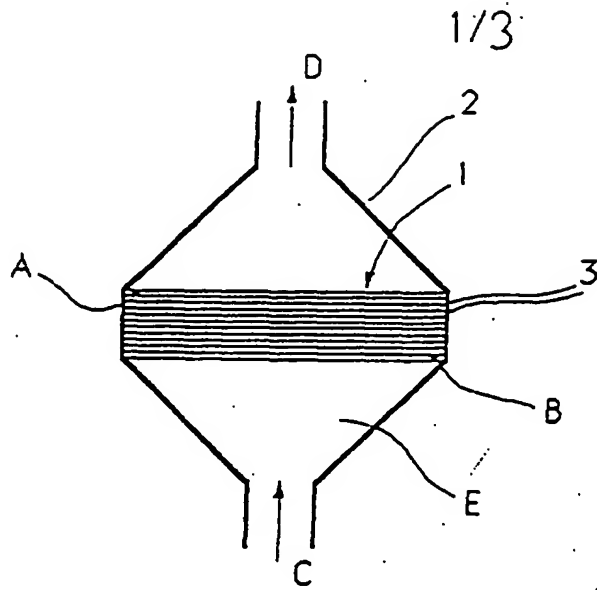


Fig. 1

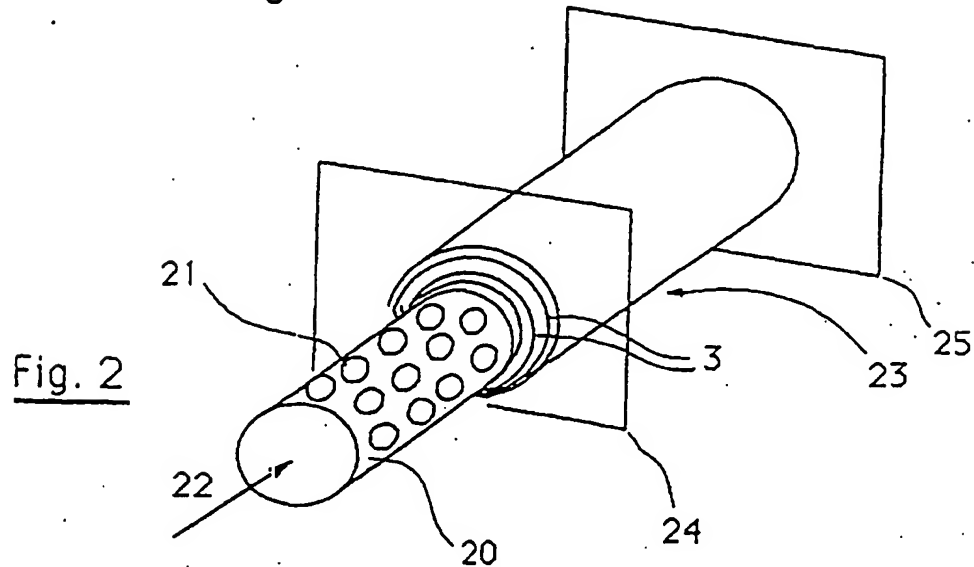


Fig. 2

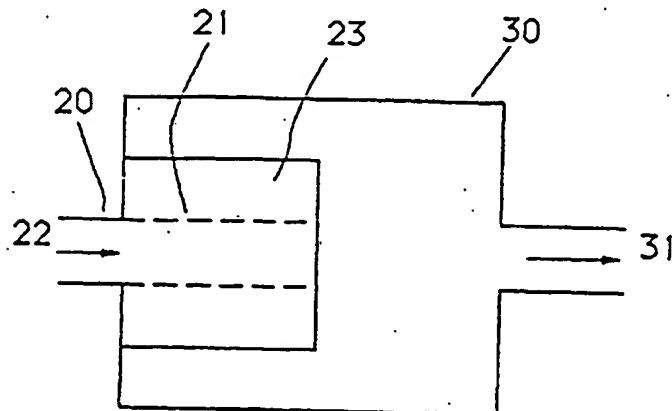


Fig. 3

02.10.97

2/3

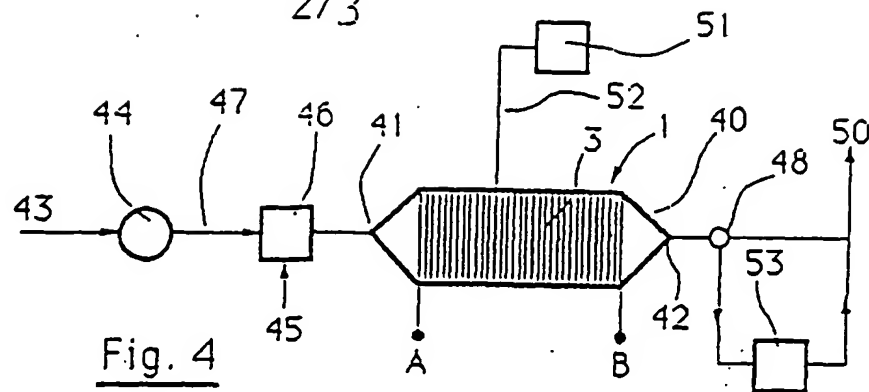


Fig. 4

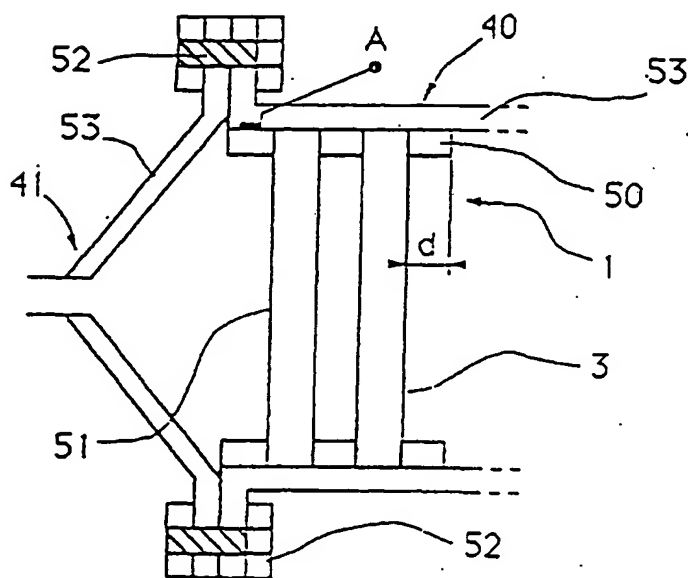


Fig. 5

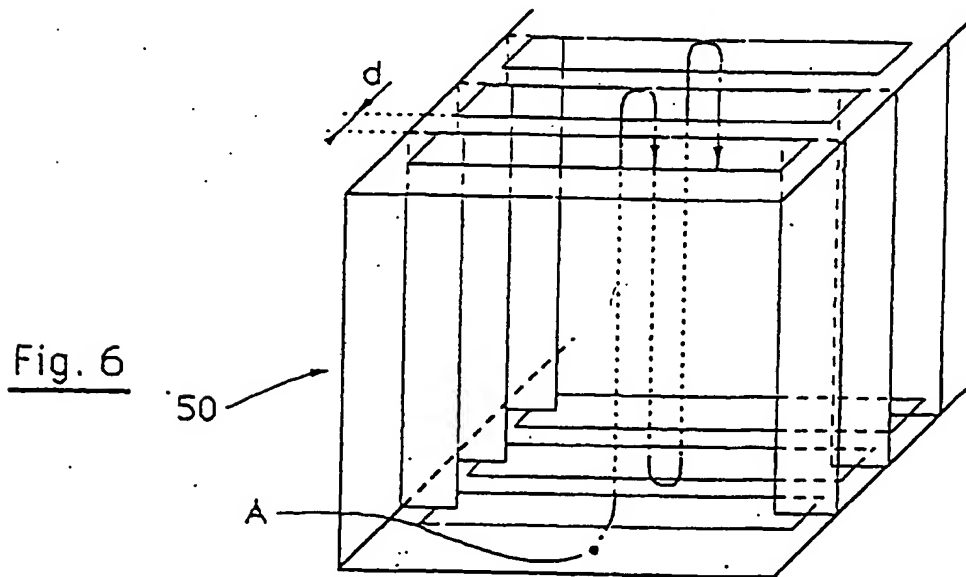
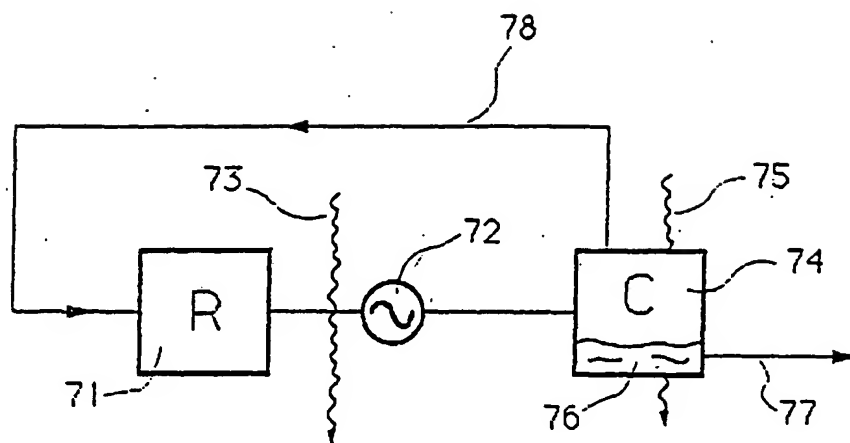
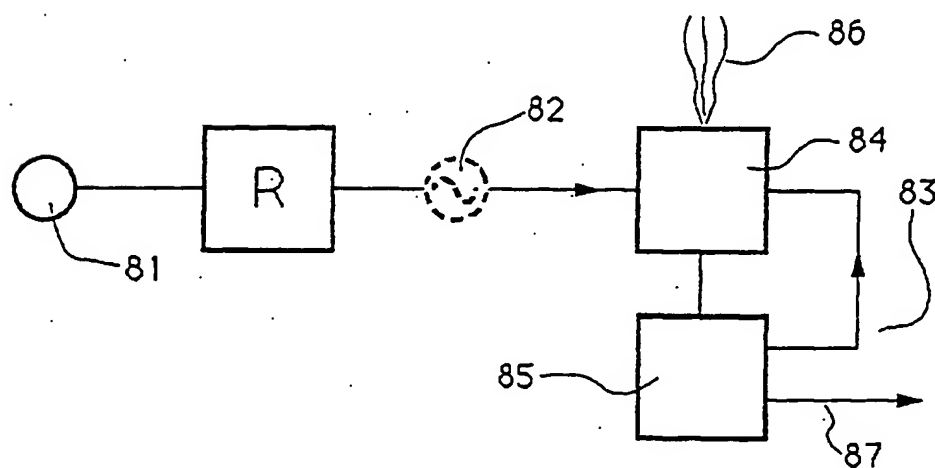


Fig. 6

02.10.97

3/3

Fig. 7AFig. 7E